

グラップル木寄せの功程について

高野毅・小山泰弘・百瀬浩行・大矢信次郎（長野県林業総合センター）

緩傾斜皆伐地において、グラップルが林内に入り、伐採木を掴んで道端の造材ポイントへ数度にわたって木寄せをする事例が増えてきている。このためグラップル木寄せの労働生産性等の実態を確認するため功程調査を実施した。その結果、林地傾斜約 10 度、平均木寄せ距離約 30m で 100m³/人日を越える労働生産性が観測され、木寄せ距離が 50m 程度までであれば、他の集材方法よりも労働生産性が高くなることが推察された。

キーワード：グラップル、木寄せ、集材、功程、労働生産性

I はじめに

緩傾斜皆伐地における木寄せ作業は、従来はトラクタの地曳きによる木寄せが多かった。しかし近年は伐採・造林一貫作業に伴い、グラップル等が林内に入って機械で地拵えを行うことが増加するにつれ、木寄せ時にもグラップルが林内に入り、伐採木を掴んで道端の造材ポイントへ数度にわたって送る事例が増えてきている。しかしその生産性は不明なため、グラップル木寄せ作業の功程調査を実施した。

II 調査方法

調査は、長野県諏訪市北真志野の団体有林と長野県上水内郡信濃町の霊仙寺山国有林の皆伐現場で行った。調査地の概要は表-1 のとおりである。

調査地では、林内の伐倒木を道端へ運ぶため、1 台のグラップルが林内に入り、伐倒木を移動、集積する木寄せ作業を行った。調査はグラップルが全木を掴んで道の方へ移動させて離す木寄せ作業を、何回繰り返して道端まで寄せてくるかについてビデオ撮影をした。なお、作業はグラップル運転手 1 人で行った。

作業工程は、空移動（グラップルが木を持たずに林内走行している状態）、木寄せ及び付帯作業（地拵え予備作業、機械調整等）に分類し、さらに木寄せは空動作（グラップルが走行しておらず木を持つまでの動作）、実動作（木を持った状態の動作）及びその他（状況判断等）に細分した。木寄せ作業をビデオ撮影した映像から作業時間を区分した。木寄せ距離については、CAD で図化した立木位置と木寄せ後集積位置との直線距離とし、機械の移動距離は、機械に設置した GPS 受信機から得た軌跡を CAD で図化したものとビデオ映像で確認した位置から機械が作業している位置を推定し、あらためて作図し直した機械位置軌跡から測りだした。また作業時間は 6 時間/日とした。

III 結果と考察

調査結果は表-2 のとおりである。いずれの調査地も 100m³/人日を越える労働生産性となり労働生産性が高かった。

この調査結果と、これまで当センターで調査をしてきた他の木寄せ方法との、木寄せ距離に応じた労働生産性を比較するため、グラップル木寄せのサイクルタイム式を作成することとした。

木寄せについては、1 回の木寄せ距離と木寄せ時間から構築することとした。木寄せ回数と木寄せ距離との関係は図-1 のとおりである。木寄せ 1 回当り北真志野では平均 3.9m を、霊仙寺山では平均 5.0m を移動させていた。これはそれぞれの調査地で使用していたベースマシンの、旋回中心からグラップルヘッドまでの距離（以下「アーム長」とする。）の概ね 7 割の距離に相当していた。

次に木寄せ回数と、木寄せ時間のうち伐倒木を実際に動かしている空動作と実動作とを合わせた時間との関係を調べたところ、木寄せ 1 回当り北真志野では 9.1 秒を、霊仙寺山では 13.4 秒を要していた。1 回当りの木寄せ距離は霊仙寺山の方が約 1.3 倍であったが、1 回当りの空動作と実動作を合わせた時間は霊仙寺山の方が約 1.5 倍要していたこととなる。これは、旋回速度等は出力が大きいベースマシンを使用している霊仙寺山の方が相対的に速くなるはずであるが、伐倒木の重なり具合、オペレータの熟練度により時間を要したためと推察される。このため 1 回当りの木寄せ時間は、両調査地の空動作と実動作を合わせた時間の平均値に、伐倒木を直接動かしていない状況判断等の時間が木寄せ時間全体に占める割合（平均 2.7%）を乗じた 11.6 秒/回とした。

空移動については、表-2 から空移動速度（水平換算）が北真志野では 25m/分、霊仙寺山では 16m/分であった。林地傾斜、伐根状況及び機械能力により影響されるものであるが、ここでは平均値の 20m/分とした。

付帯時間については、空移動と木寄せを合わせた時

間の、北真志野では25.8%、霊仙寺山では12.4%の時間を要していた。主なものは広葉樹や地表障害物の除去等地拵え準備作業であったが、調査地条件による傾向が見られなかったため平均を採用し、空移動と木寄せを合わせた時間の19%とした。

以上により、アーム長を w 、空移動速度を v 、木寄せ距離を x とした時のサイクルタイム式を下記のとおりとした。

$$T=1.19(2x/v+11.6x/0.7w)$$

このグラップル木寄せのサイクルタイム式と、これまで当センターで作成してきた①タワーヤード点状下げ荷(1)、②タワーヤード列状下げ荷(1)、③トラクタ(1)、④信州式(2)の各サイクルタイム式から労働生産性を算出し、木寄せ距離と労働生産性との関係をシミュレーションしたものを図-2に示す(ただし、タワーヤードと信州式は架設撤去を含んでいない)。なお各条件は、グラップルは0.45m³級(アーム長7m)、林地傾斜は10°、タワーヤードの横取距離及びトラクタのワイヤ引き出し距離は7m、荷掛け材積は1m³、ただしトラクタについては荷掛け本数3本の3m³、タワーヤードとトラクタ、信州式は2名作業、グラップルは1名作業とした。その結果、労働生産性は木寄せ距離50m以下ではグラップルが、50mを超える場合はトラクタ

表-1. 調査地概要

項 目	北真志野	霊仙寺山
平均林地傾斜	9°	13°
調査面積	0.33ha	0.12ha
立木密度	269 本/ha	596 本/ha
平均単木材積	1.17m ³	0.50m ³
路網密度	163m/ha	98m/ha
使用機械	0.25m ³ 級	0.45m ³ 級

表-2. 調査結果

項 目	北真志野	霊仙寺山
木寄せ回数	614 回	446 回
木寄せ総距離	2,428m	2,322m
平均木寄せ距離	28m	32m
空移動水平距離	1,099m	265m
空移動時間	2,619 秒	999 秒
作業総時間	10,412 秒	5,884 秒
作業工期	35.6m ³ /時間	22.4m ³ /時間
労働生産性	213m ³ /人日	134m ³ /人日

が高くなった。

IV 終わりに

今回の調査地では危険区域内に人が立ち入ることが無かったため安全面で問題はなかったが、材の移動距離が大きいため、グラップルを用いた他の作業以上に立入禁止区域については十分留意する必要があると感じた。

今後の課題としては、調査個所を増やすこと、路網開設による木寄せ距離の減少とフォワーダ運材距離の増加並びに木寄せ時地拵え実施等が総工期にどのような影響を与えているかの検討等が挙げられる。

引用文献

- (1) 今井信・宮崎隆幸・近藤道治(2003)機械化作業システムに適合した森林施業法の開発. 長野県林業総合センター研究報告 No17:21-28.
- (2) 白石立・今井信・宮崎隆幸・青柳智司・近藤道治(2009)森林管理総合情報整備提供のための間伐支援ソフト用データ収集. 長野県林業総合センター研究報告 No23:1-13.

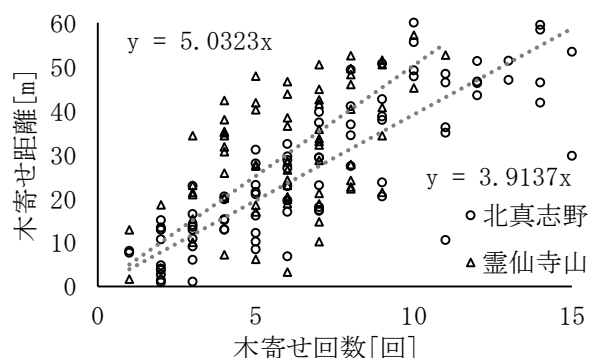


図-1. 木寄せ回数と木寄せ距離との関係

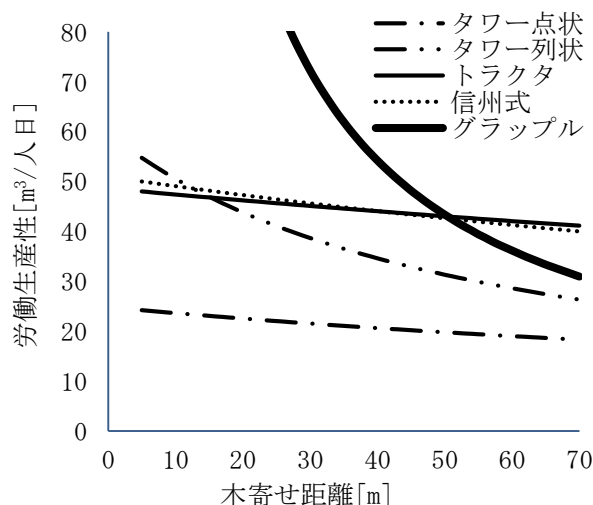


図-2. 各木寄せ方法ごとの労働生産性シミュレーション